

Die optische Orientierung der Honigbiene beim Rückflug zum Stock

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades

der Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Johann Wolfgang Goethe-Universität

zu

Frankfurt am Main

vorgelegt

von

Josef Gasbichler

aus

Wolnzach

Frankfurt am Main 1968

Druck der Carl Bauer'schen Buchdruckerei, München

Gedruckt mit Genehmigung der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Frankfurt am Main

Dekan: Prof. Dr. W. MARTIENSSEN

Erster Berichterstatter: Prof. Dr. M. LINDAUER

Zweiter Berichterstatter: Prof. Dr. F. RUTTNER

Tag der mündlichen Prüfung: 13. Februar 1968



DIE OPTISCHE ORIENTIERUNG DER HONIGBIENE BEIM RÜCKFLUG ZUM STOCK *)

The optic orientation of the honeybee (*Apis mellifera* L.) on its back flight to the hive. — L'orientation optique de l'abeille (*Apis mellifica* L.) au vol de retour à la ruche. — L'orientazione ottica dell'ape (*Apis mellifica* L.) sul volo di ritorno all'arnia.

Von JOSEF GASBICHLER

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Frankfurt am Main.

Eingegangen: Mai 1968.

A. EINLEITUNG

Schon BETHE (1898, 1902) und WOLF (1926) haben festgestellt, daß sich Bienen den Platz, an dem ihr Stock steht, genau einprägen. Wird der Stock verstellt — es genügt bereits eine Seitwärts- oder Höhenversetzung um ein bis zwei Meter — so stauen sich die Bienen am ursprünglichen Standort.

Der Stock als optische Marke hat demnach beim Heimfinden weniger Bedeutung als seine Lagebeziehung zu Marken in der näheren Umgebung. Hier liegt ein Orientierungsproblem von allgemeiner Bedeutung vor; es soll Gegenstand der folgenden Untersuchungen sein.

B. VERSETZUNGSVERSUCHE: ÄNDERUNG DER RELATIVEN bzw. ABSOLUTEN STOCKLAGE

1) Methode

Ein Bienenstock wird in ein den Bienen unbekanntes Gelände gebracht. Nach einer Eingewöhnungszeit von mehreren Tagen wird die Anflugfrequenz am Flugloch vor, während und nach einer Versetzung registriert. Kennzeichen für eine Orientierungsstörung nach einer Versetzung des Stockes ist, daß die normale Anflugfrequenz stark zurückgeht und sich gleichzeitig an der ursprünglichen Stockstelle eine Ansammlung suchender Bienen bildet. Da jedoch auch unter Normalbedingungen immer wieder sprunghafte Änderungen der Einflugfrequenz auftreten, muß man die Einflüge über einen längeren Zeitraum erfassen und für die Auswertung den Mittelwert errechnen (vgl. Abb. 1).

2) Seitliches Versetzen des Stockes

Der Stock wurde auf ebener Wiese auf einem mit schwarzer Wellpappe verkleideten, 50 cm hohen Hocker aufgestellt; 3 m ostwärts stand ein gleicher Hocker als Hilfsmarke (Abb. 2).

*) Herrn Prof. Dr. M. LINDAUER möchte ich herzlich für das Thema und die stete Unterstützung danken.

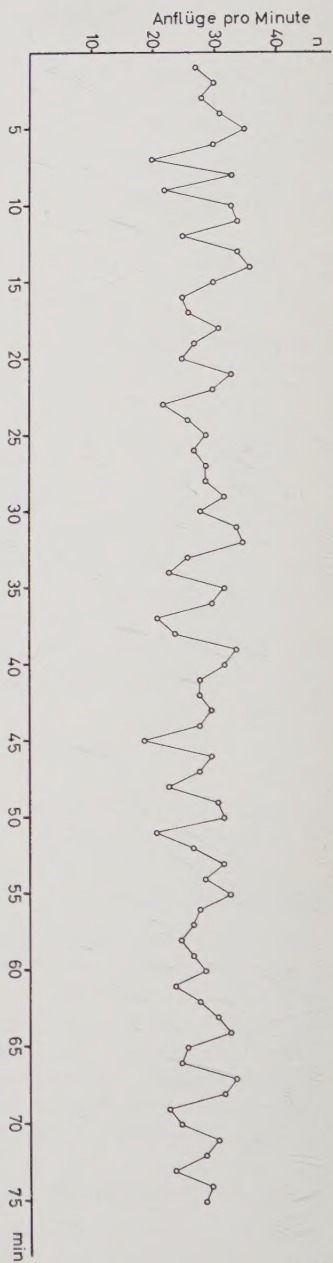


Abb. 1: Anflüge pro Minute am Flugbrett während einer Beobachtungsdauer von 75 Minuten. Die Anflugfrequenz schwankt in diesem Zeitraum gleichmäßig um einen Mittelwert ($M = 28,78$ Bienen/min.; $\sigma = \pm 3,64$). Der Stock war drei Tage lang am neuen Standort aufgestellt.



Abb. 2: Versuchsgelände von SW.

Der Stock steht auf einem verkleideten Hocker, Flugloch Süd; in 3 m Abstand befindet sich ein zweiter Hocker als Hilfsmarke. Die nähere Umgebung ist praktisch markenfrei. Etwa 30 m hinter dem Stock steigt das Gelände an; die Bäume im Hintergrund sind ca. 50 m entfernt.

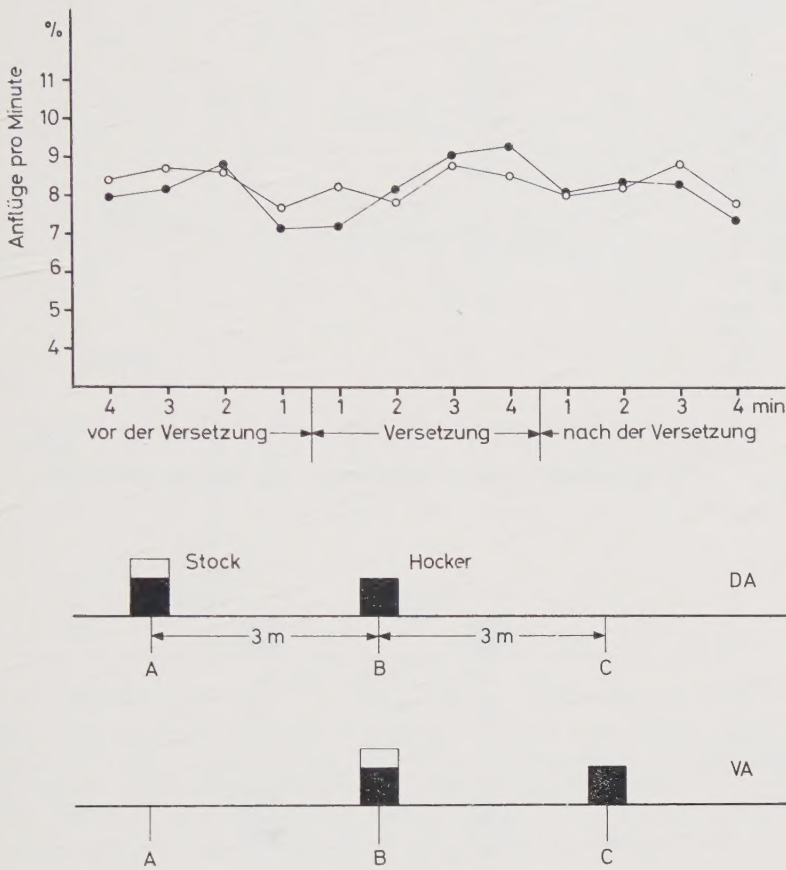


Abb. 3a: Veränderung der absoluten Raumlage unter Beibehaltung der relativen Lagebeziehung zur Hilfsmarke.

Unten: Schema der Dressur (DA)- und Versuchsanordnung (VA). Beim Versuch wird die gesamte Anordnung um 3 m seitlich verschoben.

Diagramm: Prozentuale Anflugfrequenz an die VA (volle Kreise). Zum Vergleich ist die Normalfrequenz beim Rückflug zur DA (leere Kreise) eingetragen; die beiden Frequenzen sind praktisch gleich.

In einer ersten Versuchsreihe wurde die gesamte Anordnung 3 m nach links bzw. rechts (von der Anflugrichtung gesehen) versetzt. Die relative Lage des Stockes zur Marke „Hocker“ wurde also beibehalten, die absolute Raumlage dagegen verändert. Diese Änderung der absoluten Stocklage wurde von den Bienen nicht bemerkt. Der versetzte Stock wurde genauso sicher wie in der Dressur angefliegen, es konnte keine Stauung nach der Versetzung festgestellt werden (vgl. Abb. 3 a).

Bei einer zweiten Versuchsreihe wurde die Lagebeziehung zwischen Stock und Hilfsmarke verändert; der Stock stand nun auf dem Platz der Marke, diese an der ursprünglichen Stockstelle; absolute und relative Lagebeziehungen waren verändert (vgl. Abb. 3b). Der leere Hocker wurde sofort nach der Versetzung von zurückkehrenden Bienen umkreist, viele schwebten dicht über ihm, einige landeten sogar kurz darauf. Die anfänglich verlockten Bienen orientierten sich aber sehr rasch wieder zur Marke „Stock“, weshalb

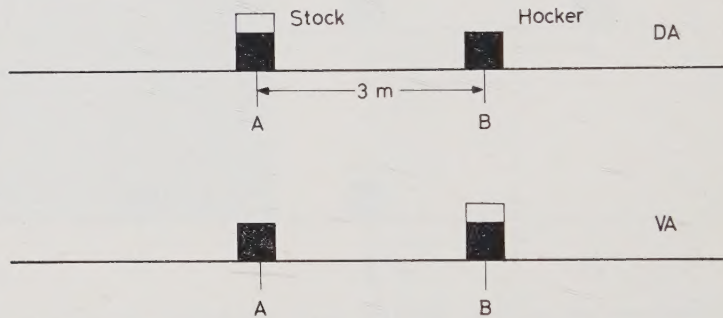
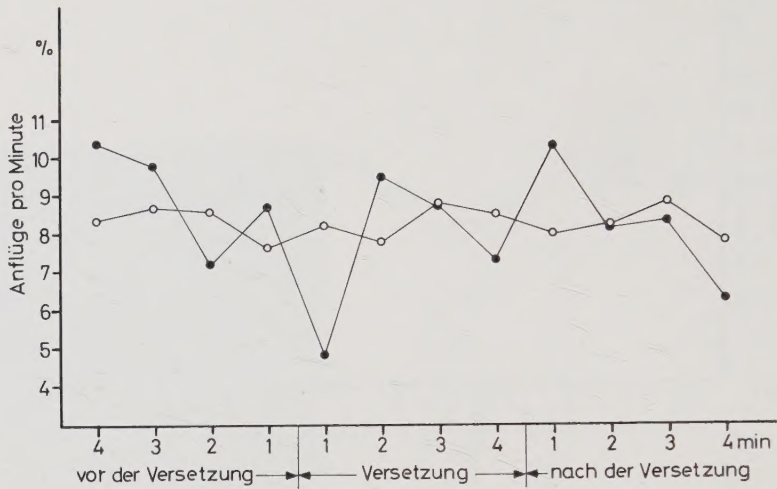


Abb. 3b: Veränderung der absoluten Raumlage und der relativen Lagebeziehung zur Hilfsmarke.

Unten: Schema der DA und VA. Stock und Hilfsmarke tauschen die Plätze.

Diagramm: Prozentuale Anflugfrequenz nach der Versetzung (volle Kreise). Zum Vergleich dazu Normalfrequenz (leere Kreise); in der ersten Minute der Versetzung sinkt die Zahl der Anflüge ab.

das Verfliegen in der Kurve (Abb. 3b, volle Kreise) nicht voll zur Wirkung kommt. Auch statistisch läßt sich der Unterschied gegen die Frequenz vor der Versetzung nicht sichern.

Das gilt auch für einen weiteren Versuch, bei dem der Stock an seiner Stelle verblieb und die Hilfsmarke 3 m westlich von ihm aufgestellt wurde. Obwohl der Stock an seiner raumabsolut richtigen Stelle verblieben war, wurde zuerst der versetzte Hocker angefliegen und umkreist.

3) Höhenveränderung des Stockes

Durch eine Höhenveränderung des Stockes um 50 cm ließen sich die Bienen in einem gleichförmigen Gelände nicht stören (Abb. 5, volle Kreise). WOLF (1926) gibt an, daß sich bei einer Vertikalverschiebung des Stockes um 40 cm bereits nach vierzehn Stunden Gewöhnung eine Stauung in der ursprünglichen Anflughöhe ausbildet. Dies war bei meinen Versuchen auch nach rund fünfzigstündiger Flugdauer nicht der Fall.

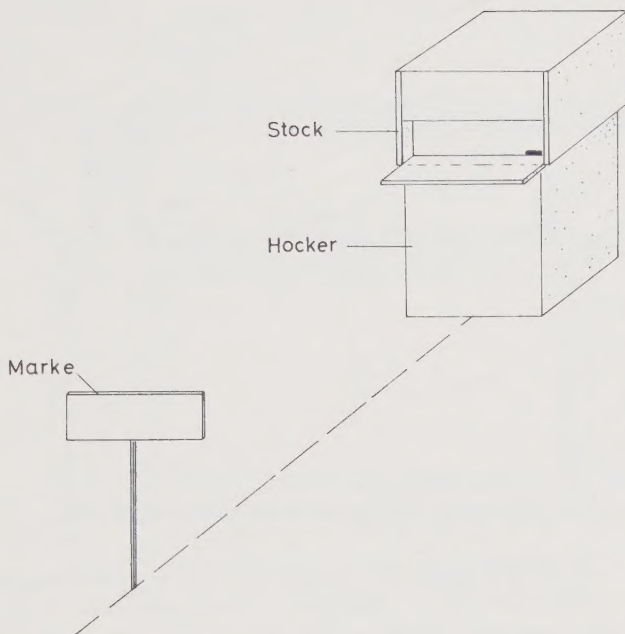


Abb. 4: Vertikalversetzung des Stockes beim Anflug der Bienen über eine Geländemarke.

Der Stock (Normalmaßbeute mit gelber Frontfarbe) steht auf einem 50 cm hohen, schwarzen Hocker; 2 m vor diesem befindet sich eine 36 x 12 cm große, naturfarbene Hartfaserplatte. Höhe der Oberkante über dem Boden = 52 cm ($\cong$ Anflughöhe am Flugloch).

Beim Versuch wird der Stock durch Einfügen eines weiteren Hockers um 50 cm gehoben.

In einer zweiten Versuchsreihe wurde der Stock an einem mit Buschwerk durchzogenen Waldrand aufgestellt. Nach einer Gesamtflugdauer von etwa 15 Stunden konnte man bereits eine leichte Stauung erkennen, wenn der Stock um 50 cm gehoben wurde. Nach neun weiteren Flugtagen war sie deutlicher. Die Bienen haben zweifellos das Flugloch zu unauffälligen umgebenden Geländemarken räumlich in Beziehung gesetzt. Jedoch ist die Bindung an diese Marken nicht sehr stark; die vom Stock ausgehenden Reize erzwingen eine rasche Korrektur der Anflughöhe.

In einem dritten Versuch wurde den Bienen wiederum eine Hilfsmarke geboten. Zwei Meter vor dem Stock hatten sie eine Hartfaserplatte zu überfliegen (Abb. 4), deren Oberkante der Anflughöhe an das Flugloch entsprach. Ansonsten war das Gelände markenfrei. Bereits nach einer Flugdauer von zwölf Stunden zeigten die Bienen bei Höhenverschiebung um 50 cm eine Stauung in der Dressuranflughöhe. Erst nach mehreren Suchschleifen gelangten sie in den Stock. Die Ergebnisse sind in Abb. 5 (leere Kreise) zusammengefaßt. Der Mittelwert der Anflugfrequenz in der ersten Minute nach der Versetzung ist gesichert vom entsprechenden Wert beim Anflug nach Vertikalverschiebung in markenfreiem Gelände verschieden ($p < 0,0002$).

Diese Versuchsreihen geben Hinweise, daß zum einen der Stock eine auffällige Geländemarke darstellt, zum zweiten, daß seine relative Lage zu nächstliegenden Geländemarken beachtet wird. Um dieses Orientierungsgefüge weiter analysieren zu können, müssen wir einen 3. Faktor hinzuziehen: die Orientierung nach dem Sonnenkompaß

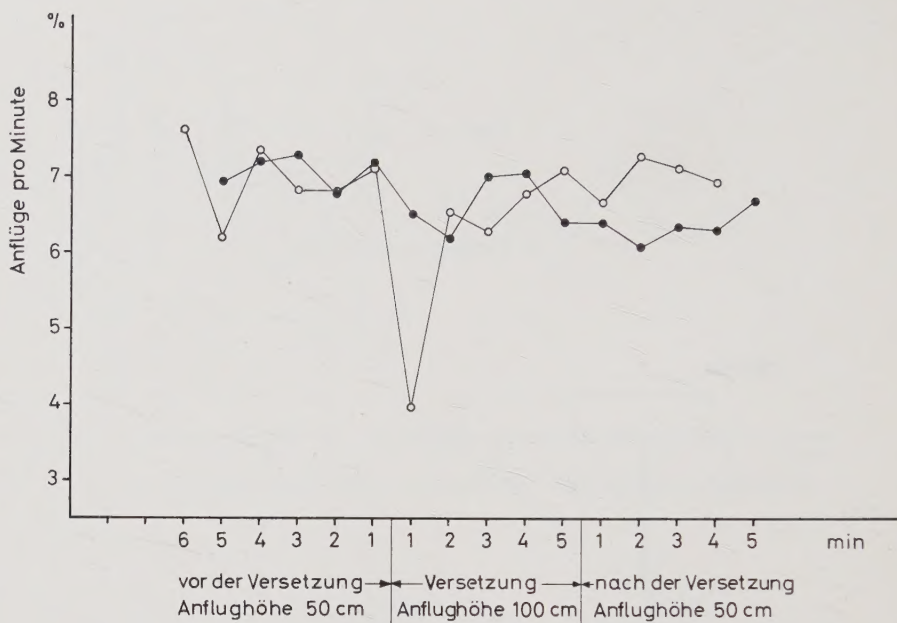


Abb. 5: Vertikalversetzung des Stockes um 50 cm.

Volle Kreise: Stock in offenem Gelände, keine auffälligen Landmarken in der näheren Umgebung (9 Einzelversuche).

Leere Kreise: Landmarke 2 m vor dem Stock (s. Abb. 4). (5 Versuche).

In der ersten Minute der Versetzung zeigen nur die Bienen, die an den Stock mit der Marke anfliegen, die Ausbildung einer Stauung. Die Differenz zwischen den Werten der Anflüge in der ersten Minute der Versetzung ist gesichert ($p < 0,0002$).

C. ANALYSE EINZELNER ORIENTIERUNGSLEISTUNGEN: HEIMFLUG NACH DEM SONNENKOMPASS

1) Methode

Voraussetzung für die geplante Analyse war, den Stock als optische Marke auszu-schalten.

Ich wählte zu diesem Zweck als Versuchsgelände eine große, ebene Wiesenfläche in der Südostecke des Flugplatzes Egelsbach bei Darmstadt. Die Grasfläche einer annähernd quadratischen Wiese (ca. 110 x 90 m) wurde mit Hilfe eines Rasenmähers ständig kurz gehalten. Vom Mittelpunkt der abgemähten Fläche aus lagen im Umkreis von rund 180 m freie, markenlose Wiesen.

Der Bienenstock wurde innerhalb der abgemähten Fläche eingegraben; die Beute befand sich kälte- und feuchtigkeitsgeschützt in einem PVC-Kasten (Abb. 6). Die Bienen gelangten durch eine farblose Plexiglasröhre (45 cm lang, Ø 40 mm) an die Oberfläche. Der den Schutzkasten abdeckende Rasen war sorgfältig präpariert, so daß das unauffällige Flugloch die einzige optische Markierung der Stockstelle darstellte. Somit war eine telotaktisch-optische Orientierung zum Stock praktisch unmöglich.

Das zeigte sich auch deutlich am Verhalten der Bienen: bereits unter ungestörten Bedingungen hatten sie große Schwierigkeiten, das Flugloch wiederzufinden. Sie kreisten beim Rückflug zum Teil minutenlang im Umkreis von ca. 5 m in einer Höhe zwischen 20 und 40 cm um das Flugloch.

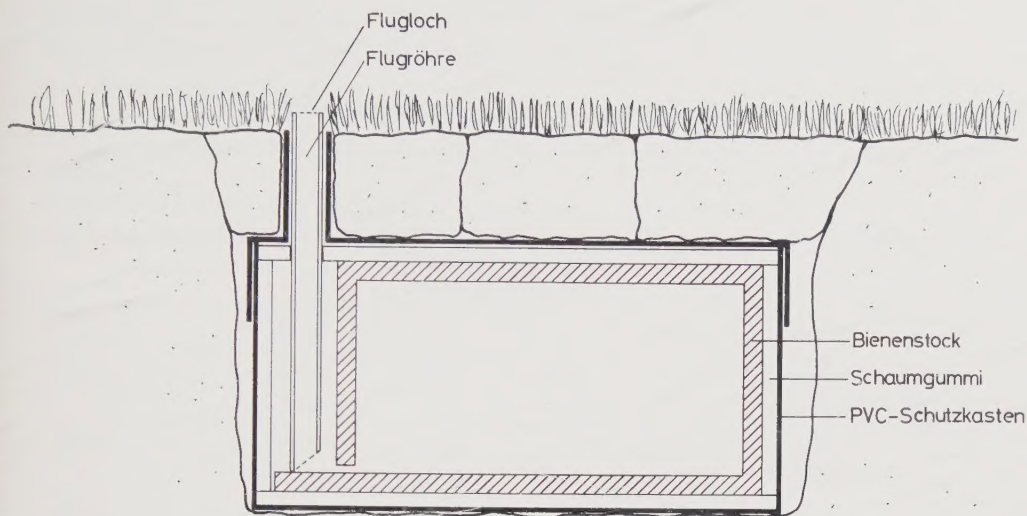


Abb. 6: Schnitt durch den eingegrabenen Bienenstock.

Daher wurde ihnen eine optische Orientierungshilfe geboten: senkrecht zur Anflugrichtung meiner Dressurschar war in Höhe des Fluglochs ein grünes, 40 bis 60 m langes, 25 cm breites Kunststoffband ausgelegt.

Am Futterplatz, der 20 m südlich des Stockes aufgestellt war, wurde eine Schar von 15 bis 20 Bienen individuell markiert (nach v. FRISCH 1919) und in ein Futterkästchen gewöhnt, das sie durch einen Laufgang aus Plexiglas erreichen konnten. Nachdem die Sammelschar zwei Tage lang eingeflogen war, wurde sie mit dem Futtertischchen 25 m nach Norden (Abb. 7, Versuchsfutterplatz VFP 1), bzw. in einer zweiten Versuchsreihe 20 m nach Westen (Abb. 7, VFP 2) versetzt. Dort wurden die Bienen einzeln freigelassen.

Hinter dem grünen Band war im Gras liegend ein Beobachter postiert, der genau registrierte, wo die Bienen jeweils das Band überflogen. Vom Futterplatz aus wurde ihm Abflugzeit und -richtung jeder einzelnen Biene angekündigt.

2) Rückflug nach dem Himmelskompaß bei Windstille

Die Bienen bemerkten die Versetzung beim Rückflug vom VFP an das Band nicht. Geradlinig verließen sie den Futtertisch und flogen mit erstaunlicher Genauigkeit gemäß der gewohnten Kompaßrichtung das versetzte Farbband an.

Die Anflüge wichen im Mittel $1,9^\circ$ in westlicher Richtung von der Sollrichtung (dem Himmelskompaß) ab. Die gleiche Tendenz nach Westen zeigte sich auch bei der Beobachtung der Rückflüge zum Stock. (Sie ist durch die vorherrschende leichte westliche Luftströmung verursacht.) Die Mittelwerte der normalen Anflüge an den Stock und bei den Versuchen sind in ihrer Flugrichtung nicht gesichert voneinander verschieden.

Innerhalb des Anflugbereichs ± 2 m ($= \pm 5,7^\circ$) links und rechts der Anflugrichtung nach dem Himmelskompaß flogen vom VFP 1 82 %, vom VFP 2 aus 68 % aller Bienen an, d. h. sie wären allein durch Einhalten des erlernten Winkels zur Sonne in die unmittelbare Nähe des Flugloches gelangt.

3) Rückflug nach dem Himmelskompaß bei Seitenwind

Anders waren die Verhältnisse bei stärkerem Seitenwind. Zu unserer Überraschung ließen sich die Bienen aber nicht seitlich verdriften, im Gegenteil: der Seitenwind wurde beim Rückflug deutlich überkompensiert.

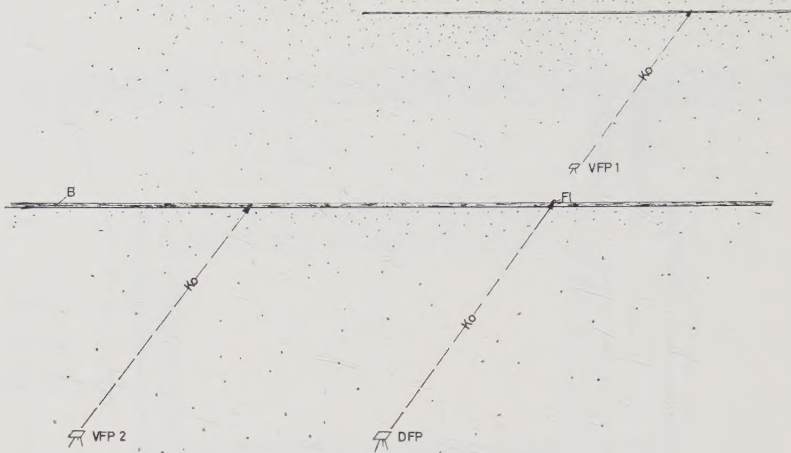


Abb. 7: Lageplan der Dressur- und Versuchsanordnungen beim Rückflug nach dem Sonnenkompaß. (Perspektivische Aufsicht gegen Nord)

Das Gelände ist frei von Landmarken. Der Dressurfutterplatz DFP lag 20 m südlich des Fluglochs Fl. Senkrecht zur Rückflugrichtung verlief als Orientierungshilfe ein ca. 60 m langes, 25 cm breites Kunststoffband B. Beim Versuch flogen die Bienen von den Versuchsfutterplätzen VFP 1 (25 m nördlich DFP) bzw. VFP 2 (20 m westlich DFP) an das Band an. (Dieses wurde für VFP 1 neu ausgelegt.) Die jeweilige Kompaßrichtung Ko ist in der Abbildung markiert.

Beim Abflug vom Futtertischchen nahmen die Bienen sofort eine starke kompensatorische Schrägstellung gegen den Wind ein, die sie während des ganzen Fluges beibehielten. Die Flüge waren sehr niedrig, in 20 bis 40 cm Höhe über dem Boden suchten sie sich ihren Weg. Diese Überkompensation steigerte sich mit zunehmender Windstärke, die Mittelwerte der Anflüge bei leichtem Seitenwind (Windgeschwindigkeit 2 bis 5 m/sec.) und bei starkem Wind (über 5 m/sec. bis max. 12 m/sec. in Böen) sind bei Futterplatzentfernungen von jeweils 20 m, 40 m und 60 m gesichert voneinander verschieden ($p < 0,0002$); bei einer Futterplatzentfernung von 10 m ist der Unterschied schwach gesichert ($p = 0,004$); die Windstärke bei diesen Versuchen war sehr unterschiedlich, was zu einer größeren Streubreite der Anflüge führte).

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, nahm die metrische Abweichung gegenüber der Kompaßrichtung bei größerer Futterplatzentfernung ständig zu; die Bienen hatten also keine Möglichkeit, sich die Überkompensation in Stocknähe korrigierend zu „erfliegen“. Sie behielten (sieht man von den Anflügen aus 10 m Entfernung ab) den anfänglich geflogenen Überkompensationswinkel gegenüber der Sollrichtung von $\approx 4^\circ \pm 1^\circ$ bei leichtem und $\approx 11^\circ \pm 2^\circ$ bei starkem Seitenwind bei. Dies ließ sich durch direkte Beobachtung der Flugbahn bestätigen (Abb. 8).

Obwohl die Bienen bei jedem Rückflug zu weit nach Westen gerieten, und jedesmal erst nach mehreren Suchschleifen das Leitband entlang heimfanden, lernten sie diesen Fehler auch nach Tagen nicht zu korrigieren.

Leider war es praktisch nicht durchführbar, die Rückflüge bei Seitenwind aus noch größerer Entfernung zu beobachten. In zehntägigem Bemühen, den Flug über eine Entfernung von 80 m zu verfolgen, bekam ich nur insgesamt sechs Flüge einwandfrei über die gesamte Wegstrecke zu sehen. Diese Entfernung ist selbst für ein gutes Glas zu groß, zumal die Kontraste der sehr niedrig fliegenden Bienen gegen den Untergrund zu gering sind. Die sechs Rückflüge bei einem Westwind von 5 bis 7 m/sec. lassen nur vermuten, daß der Flugwinkel gegen den Seitenwind in etwa beibehalten wurde.

Die Abweichungen betrugen: 5 m (= 3,6°), 7 m (= 5,0°),
8 m (= 5,7°), 10 m (= 7,1°) und zweimal 15 m (= 10,6°).

Tabelle 1: Rückflugrichtungen bei Seitenwind.

Der Stock liegt vom Futterplatz aus im Norden; der Wind weht aus westlicher Richtung.
Alle Abweichungen von der Kompaßrichtung gegen West.

			Abweichung vom Himmelskompaß		Streuung σ		Sicherung
E	n	Wind	Grad	m	Grad	m	p
10 m	102	bis 5 m/sec.	11,7	2,07	$\pm 15,8$	$\pm 2,84$	0,004
	84	über 5 m/sec.	18,5	3,29	$\pm 13,6$	$\pm 2,43$	
20 m	323	bis 5 m/sec.	3,8	1,36	$\pm 5,0$	$\pm 1,74$	< 0,0002
	69	über 5 m/sec.	13,2	4,71	$\pm 5,5$	$\pm 1,91$	
40 m	153	bis 5 m/sec.	4,8	3,37	$\pm 6,9$	$\pm 4,84$	< 0,0002
	185	über 5 m sec.	12,6	8,95	$\pm 6,9$	$\pm 4,84$	
60 m	84	bis 5 m/sec.	3,7	3,82	$\pm 5,1$	$\pm 5,39$	< 0,0002
	43	über 5 m/sec.	9,0	9,51	$\pm 5,1$	$\pm 5,36$	

E = Futterplatzentfernung vom Stock.

Statistische Sicherung nach PÄTAU (1943); t-Test.

D. DISKUSSION

Die Umgebung ihres Stockes ist den Bienen genau bekannt, so gut, daß WOLF (1926, 1927) aus seinen Versuchen schloß, daß die Marken der näheren Umgebung fast ausschließlich die Richtung des Rückflugs zum Flugloch bestimmen.

In der Tat zeigten weitere Versetzungsversuche (RAUSCHMAYER 1928) eine enge Bindung der Bienen an relative Lagebeziehungen, jedoch weisen unsere Versuche auch dem Stock selbst eine deutliche Signalfunktion zu.

Bei der Analyse einzelner Orientierungsleistungen war deshalb der Stock als optischer Anreiz auszuschalten.

In Umkehrung von Suchflügen nach unbekannten Futterplätzen (zusammengefaßt bei v. FRISCH 1965) erweist sich die Kompaßorientierung auch beim Aufsuchen des optisch unauffälligen Stockes als recht genau. Unauffällige optische Markierungen der Stockumgebung scheinen dabei nicht so gut gemerkt werden zu können, wie dies für einige andere in Erdlöchern lebende solitäre Hymenopteren bekannt ist (TINBERGEN 1932, TINBERGEN und KRUYT 1938, TINBERGEN und VAN DER LINDE 1938, BAERENDS 1941 und CHMURZYNSKI 1964).

Darauf deutet auch das ziemlich planlose Suchverhalten nach Erreichen der näheren Fluglochumgebung beim Rückflug zum eingegrabenen Stock hin.

Überraschend war die starke Überkompensation von Seitenwind beim Rückflug über markenfreiem Gelände, — NEESE (1965) wies bei anders gearteten Versuchen bereits darauf hin — da die Bienen beim Flug über einer weiten Wasserfläche (HERAN und LINDAUER 1963) deutlich vom Wind verdriftet wurden. Der Unterschied dürfte durch den verschiedenartigen, beim Flug über bewegtem Wasser „davonlaufenden“ Untergrund verursacht sein; worauf die Überkompensation selbst zurückzuführen ist, bleibt offen.



Abb. 8: Überkompensation des Seitenwindes beim Rückflug zum Stock in markenfreiem Gelände. Anflugkurve der Biene Nr. 212 am 3. 7. 1966, vom Futterplatz (20 m südlich des Stockes) aus beobachtet. — Windgeschwindigkeit 5—7 m/sec. — Die Biene fliegt etwa 12° (= 5 m) westlich der Sollrichtung an das Band an und findet das Flugloch erst nach drei Suchschleifen.

E. ZUSAMMENFASSUNG

1) Bienen bemerken seitliches Versetzen des frei aufgestellten Stockes um 3 m in markenfreiem Gelände nicht.

Bei Umkehrung der Lagebeziehung des Stockes zu einer Marke stauen sich die Bienen vor der an die Stockstelle getretenen Hilfsmarke.

2) Vertikalverschiebung des Stockes in markenfreiem Gelände um 50 cm wird von den Bienen nicht erfaßt.

Steht die Höhe des Fluglochs in Beziehung zu einer Hilfsmarke, so stauen sich die Bienen bei einer Höhenveränderung des Stockes um 50 cm in der ursprünglichen Anflughöhe.

3) In markenfreiem Gelände fliegen die Bienen nach dem Himmelskompaß mit erstaunlicher Genauigkeit zum Stock zurück. Bei Windstille weicht der Mittelwert der Rückflüge aus 20 m nur $1,9^\circ$ von der Sollrichtung ab.

4) Seitenwind wird beim Rückflug zum Stock in markenfreiem Gelände überkompensiert. Die Überkompensation nimmt mit steigender Windstärke zu. Die Rückflugrichtungen bei leichtem (2—5 m/sec.) und starkem (über 5 m/sec.) Seitenwind sind gesichert verschieden.

SUMMARY

1. In a landmark free region bees do not notice when their detached hive is transferred sideways by 3 m.

If places are changed between a hive and a landmark the bees are crowding before the landmark at their hive's original location.

2. In a landmark free locality the bees do not perceive a vertical shift of their hive by 50 cm.

If there is a relation between the height of the hive entrance to a subsidiary landmark and the hive is elevated by 50 cm the bees are jamming at the original height of their approach flight.

3. In a locality free of landmarks the bees fly back to their hive orienting themselves by the solar compass with an amazing accuracy.

By calm the average of back flights over 20 m deviates only by 1.9° from the expected direction.

4. On their back flight to the hive, in a landmark free region, the bees overcompensate the sidewind. The overcompensation increases with growing wind velocity.

The directions of back flights differ at slow (2—5 m/sec.) and strong (over 5 m/sec.) sidewinds. These differences are statistically sure.

RÉSUMÉ

1. Dans un terrain sans repères les abeilles ne s'aperçoivent pas d'un déplacement latéral de leur ruche de 3 m.

Un échange de la ruche contre une marque détermine les abeilles à s'amasser devant la marque.

2. Les abeilles ne s'aperçoivent pas d'une transmission dans le sens vertical de 50 cm de leur ruche. Si la position du trou de vol a rapport à une marque auxiliaire, les abeilles s'amassent à la hauteur d'origine du vol d'approche quand la ruche est élevée de 50 cm.

3. Dans un terrain libre de repères, les abeilles retournent à la ruche d'une précision extraordinaire s'orientant à la boussole solaire. Par calme, la déviation moyenne des vols de retour d'une distance de vingt mètres ne se monte qu'à 1.9° de la direction théorique.

4. Au vol de retour, dans un terrain sans repères, il y a une surcompensation du vent de côté s'augmentant avec l'intensité du vent. La différence entre les vols de retour par vent de côté faible (2—5 m/sec.) et par vent de côté fort (plus de 5 m/sec.) est prouvée statistiquement.

LITERATUR

BAERENDS, G. P.: Fortpflanzungsverhalten und Orientierung der Grabwespe *Ammophila campestris*. Tijdschrift voor Entomol. Deel 84, S. 71—275 (1941)

BETHE, A.: Dürfen wir Bienen und Ameisen psychische Qualitäten zuschreiben? Pflüg. Arch. ges. Physiol. 70, S. 15—100 (1898)

— Die Heimkehrfähigkeit der Ameisen und Bienen. Biol. Zbl. 22, S. 193—215 u. 234—238 (1902)

CHMURZYNSKI, J. A.: Studies on the stages of spatial orientation in female *Bembex rostrata* (L.) returning to their nests (Hymenoptera: Sphegidae). Acta Biol. Exper. (Warsaw), 24, S. 103 bis 132 (1964)

FRISCH, K. v.: Über den Geruchssinn der Bienen und seine blütenbiologische Bedeutung. Zool. Jb. (Physiol.) 37, S. 1—238 (1919)

— Tanzsprache und Orientierung der Bienen. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1965.

HERAN, H. und M. LINDAUER: Windkompensation und Seitenwindkorrektur der Bienen beim Flug über Wasser. Z. vergl. Physiol. 47, S. 39—55 (1963)

- NEESE, V.: Zur Funktion der Augenborsten bei der Honigbiene. Z. vergl. Physiol. 49, S. 543 bis 585 (1965)
- PÄTAU, K.: Zur statistischen Beurteilung von Messungsreihen (eine neue t-Tafel). Biol. Zbl. 63, S. 152—168 (1943)
- RAUSCHMAYER, F.: Das Verfliegen der Bienen und die optische Orientierung am Bienenstand. Arch. Bienenkunde 9, S. 249—322 (1928)
- TINBERGEN, N.: Über die Orientierung des Bienenwolfs *Philantus triangulum* FABR. Z. vergl. Physiol. 16, S. 305—334 (1932)
- und W. KRUYT: Über die Orientierung des Bienenwolfs. III. Die Bevorzugung bestimmter Wegmarken. Z. vergl. Physiol. 25, S. 292—334 (1938)
- und R. J. VAN DER LINDE: Über die Orientierung des Bienenwolfs. IV. Heimflug aus unbekanntem Gebiet. Biol. Zbl. 58, S. 425—435 (1938)
- WOLF, E.: Über das Heimkehrvermögen der Bienen. Z. vergl. Physiol. 3, S. 615—691 (1926)
- Über das Heimkehrvermögen der Bienen. II. Z. vergl. Physiol. 6, S. 221—254 (1927)

Anschrift des Verfassers: Dr. Josef Gasbichler, 68 Mannheim-Waldhof, Hessische Str. 53.

PROFESSOR MARTIN LINDAUER 50 JAHRE

Am 19. Dezember 1968 begeht Prof. Dr. Martin LINDAUER, Ordinarius für Zoologie und Direktor des Zoologischen Instituts der Universität Frankfurt am Main, seinen 50. Geburtstag.

Professor LINDAUER ist vor allem durch seine Untersuchungen über die Arbeitsteilung und die Temperaturregulierung im Bienenstaat, über die Wohnungssuche und gegenseitige Verständigung der Schwarmbienen und über die Abwandlungen der Bienensprache bei anderen *Apis*-Arten und bei den stachellosen Bienen bekannt geworden. An vielen Entdeckungen seines großen Lehrers Professor von FRISCH hat er aktiven Anteil, und er führt heute in Frankfurt die Tradition der v. FRISCH'schen Schule weiter.

Als Vertreter der praktischen Bienenkunde sind wir Professor LINDAUER für seine glückhafte Berufung unseres Kollegen Professor RUTTNER zum Leiter des Instituts für Bienenkunde in Oberursel und für die großzügige, verständnisvolle Förderung dieses Instituts zu Dank verpflichtet. Wir wünschen Herrn LINDAUER anlässlich seines Geburtstages alles Gute und weiterhin Erfolg in seiner Arbeit als Forscher und akademischer Lehrer.

Arbeitsgemeinschaft der Institute für Bienenforschung

Wahl, Vorsitzender

Lebenslauf

Am 31. Januar 1940 wurde ich, Josef GASBICHLER, als erstes Kind des techn. Angestellten Josef Gasbichler und dessen Ehefrau Lucie, geb. Dietrich, in Wolnzach, Kreis Pfaffenhofen/Ilm, geboren.

1946 übersiedelten wir nach Frasdorf, Kreis Rosenheim. Dort trat ich im Herbst 1946 in die Volksschule ein. 1949 wechselte ich an die Oberrealschule in Rosenheim, an der ich im Juli 1959 die Reifeprüfung ablegte.

Vom Wintersemester 1959/60 bis zum Wintersemester 1961/62 und vom Wintersemester 1962/63 bis zum Sommersemester 1963 studierte ich an der Ludwig-Maximilians-Universität München in den Fächern Biologie, Chemie und Erdkunde. Im Sommersemester 1962 war ich an der Julius Maximilians-Universität Würzburg immatrikuliert. Im Wintersemester 1963/64 wechselte ich zur Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt über.

